

Requested Patent: JP62092361A

Title: SHORT CHANNEL CMOS ON 110 CRYSTAL PLANE ;

Abstracted Patent: US4857986 ;

Publication Date: 1989-08-15 ;

Inventor(s): KINUGAWA MASAOKI (JP) ;

Applicant(s): TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO (JP) ;

Application Number: US19860884962 19860714 ;

Priority Number(s): JP19850232253 19851017 ;

IPC Classification: H01L27/02; H01L29/04 ;

Equivalents: ;

ABSTRACT:

A monocrystalline silicon substrate having a (110) crystal plane is prepared. A CMOS transistor is formed on this substrate. An N channel MOS transistor and a P channel MOS transistor are formed in the surface of the semiconductor substrate. In each of these transistors the channel length is 1.5  $\mu\text{m}$  or less and the velocity saturation phenomenon of electrons is outstanding.

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-92361

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>

H 01 L 27/08

識別記号

1 0 2

庁内整理番号

6655-5F

④ 公開 昭和62年(1987)4月27日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

④ 発明の名称 相補型半導体装置

② 特 願 昭60-232253

② 出 願 昭60(1985)10月17日

⑦ 発 明 者 衣 川 正 明 川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内

⑦ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 川崎市幸区堀川町72番地

⑦ 代 理 人 弁 理 士 鈴 江 武 彦 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

相補型半導体装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 結晶方位が(100)以外の表面を有する単結晶シリコン基板と、この基板表面に設けられた実効チャネル長が $1.0\mu\text{m}$ 以下のNチャネル型MOSトランジスタと、前記基板表面に設けられたPチャネル型MOSトランジスタとを具備することを特徴とする相補型半導体装置。

(2) 単結晶シリコン基板の表面の結晶方位が(110)であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の相補型半導体装置。

## 3. 発明の詳細な説明

(発明の技術分野)

本発明は相補型半導体装置に関し、特にC(相補型)MOSトランジスタに係わる。

(発明の技術的背景とその問題点)

周知の如く、微細なMOSトランジスタでは速度飽和現象が起り、微細化しても例えばスケーリ

ング則から期待される程度の高性能が期待できない。従って、同じプロセスを用いても多くの電流量が得られる方法が非常に望まれている。一方、今までNMOSプロセスからの伝統でCMOSプロセスも(100)面方位をもったシリコン基板表面をもとに構築されていた。この理由としては、シリコン基板-シリコン酸化膜との界面単位が少なく、及び電子の移動度が高く多くの電流を得ることができることが挙げられる。

しかしながら、従来技術によれば、以下に示す問題点を有する。

① NMOSトランジスタでは、実効チャネル長が $1.0\mu\text{m}$ 以下になると、第2図に示す如く、速度飽和現象が著しくなり、この飽和速度の面方位依存性が小さいことから、電流量の面方位による差がなくなる。なお、第2図において、縦軸は単位実効チャネル幅当たりの五極間電流比

( $I_{\text{on}}/W_{\text{eff ratio}}$ 、但し(100)=1)、横軸は実効チャネル長である。

② 一方、PMOSトランジスタでは、ホールの

速度飽和が比較的起りにくい。従って、実効チャネル長が $1.0\mu\text{m}$ 以下になっても、第3図に示す如くホールの移動度の差による電流量の面方位依存性が存在し、有効質量の差で説明されるように(100)面での電流量が一番小さい。

#### (発明の目的)

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、従来と比べ多くの電流量が得られる相補型半導体装置を提供することを目的とする。

#### (発明の概要)

本発明者は、第2図及び第3図の特性図にもとずいて、以下の点を究明した。

①NMOSTランジスタの実効チャネル長が $1.0\mu\text{m}$ 以下になった場合、CMOSTランジスタは(100)面以外の面上に形成した方がNMOSTランジスタの電流量は(100)面並に高く、PMOSTランジスタは(100)面よりはるかに高い電流量が得られるため、全体としての電流量が著しく増加する。

②従来、(100)面を用いたもう1つの大き

- 3 -

な利点である界面単位の少ないということは、現在の進んだ酸化技術による界面単位の数そのものの低下と、微細化が進んでゲート容量( $C_{ox}$ )が増大することによって界面単位 $N_{ss}$ のしきい値に与える影響( $\Delta V_t = qN_{ss}/C_{ox}$ )が小さくなったことを考えられると、次第に利点としての価値がなくなりつつある。

以上より、本発明者は、従来通り(100)面を使ってNMOSTランジスタの実効チャネル長が $1.0\mu\text{m}$ 以下のCMOSTランジスタを形成すると、電流量が多くとれずむしろ(100)面以外特に(110)面を用いた方が良いことを究明した。

即ち、本発明は、結晶方位が(100)以外の表面を有する単結晶シリコン基板と、この基板表面に設けられたチャネル長が $1.0\mu\text{m}$ 以下のNチャネル型のMOSTランジスタと、前記基板表面に設けられたPチャネル型のMOSTランジスタとを具備し、電流量の向上を図ったことを骨子とする。

- 4 -

#### (発明の実施例)

以下、本発明の一実施例に係るCMOSTランジスタを製造工程順に第1図(a)~(c)を参照して説明する。

(1)まず、(110)を表面として持つ比抵抗 $2\Omega\cdot\text{cm}$ のN型のシリコン基板1にピーク濃度 $2\times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ で接合深さ $3\mu\text{m}$ のPウェル2を形成した。つづいて、選択酸化法により、前記基板1の表面にフィールド酸化膜3を所定の方法により形成した(第1図(a)図示)。

(2)次に、前記基板1及びPウェル2の表面に厚さ $200\text{\AA}$ のゲート酸化膜4を形成した。つづいて、リソグラフィ技術によりNチャネル領域をレジスト(図示せず)で覆い、Pチャネル領域にパンチスルー防止のためのイオン注入即ちリンを加速電圧 $280\text{KeV}$ 、ドーズ量 $6\times 10^{12}\text{cm}^{-2}$ の条件下でイオン注入し、更にしきい値合せのためのイオン注入即ちボロンイオンを加速電圧 $35\text{KeV}$ 、ドーズ量 $5\times 10^{12}\text{cm}^{-2}$ の条件でイオン注入した。次いで、レジスト

- 5 -

を除去し、リソグラフィ技術によりPチャネル領域をレジストで覆い、Nチャネル領域にパンチスルー防止のためのイオン注入即ちボロンイオンを加速電圧 $80\text{KeV}$ 、ドーズ量 $6\times 10^{12}\text{cm}^{-2}$ の条件でイオン注入し、ひきつづきしきい値合せのためのイオン注入即ちボロンを加速電圧 $35\text{KeV}$ 、ドーズ量 $1\times 10^{12}\text{cm}^{-2}$ の条件でイオン注入した。更に、レジストを除去し、全面に厚さ $4000\text{\AA}$ の多結晶シリコン層を(図示せず)をCVD法により堆積した。この後、この多結晶シリコン層に $900^\circ\text{C}$ で30分間 $\text{POCl}_3$ 中でリンを拡散し、パターニングして多結晶シリコンからなるゲート電極5を形成した。ひきつづき、Nチャネル領域をレジストで覆い、セルフアラインでPチャネル領域に $\text{BF}_3^+$ イオンを加速電圧 $50\text{KeV}$ 、ドーズ量 $5\times 10^{15}\text{cm}^{-2}$ の条件でイオン注入した。更に、レジストを除去した後、Pチャネル領域をレジストで覆い、Nチャネル領域に $\text{As}^+$ イオンを加速電圧 $50\text{KeV}$ 、ドーズ量 $5\times 10^{15}\text{cm}^{-2}$ の条件でイオン注入した

- 6 -

この後、レジストを除去し、900℃、N<sub>2</sub>で30分間アニールし、活性化してPウェル2にN<sup>+</sup>型のソース・ドレイン領域6、7を形成するとともに、基板1にP<sup>+</sup>型のソース・ドレイン領域8、9を形成した(第1図(b)図示)。

(3)次に、全面にCVD法により窒素酸化膜としての厚さ5000ÅのSiO<sub>2</sub>膜10を堆積した。つづいて、前記ソース・ドレイン領域6～9上のSiO<sub>2</sub>膜10を選択的に開口し、コンタクトホール11…を形成した。次いで、全面に厚さ8000ÅのAl膜(図示せず)をスパッタ法により堆積した後、パターニングしてAl配線12…を形成した。更に、パッシベーション膜としての厚さ12000ÅのPSG膜13をCVD法により堆積しCMOSトランジスタを製造した(第1図(c)図示)。

本発明に係るCMOSトランジスタは、第1図(c)に示す如く、結晶方位(110)を表面としてもつN型の単結晶シリコン基板1にPウェル2を設け、このPウェル2表面にN<sup>+</sup>型のソース

・ドレイン領域6、7及びゲート電極5等からなるNチャンネル型MOSトランジスタを設け、更に前記基板1表面にP<sup>+</sup>型のソース・ドレイン領域8、9及びゲート電極5等からなるPチャンネルMOSトランジスタを設けた構造となっている。従って、本発明によれば、速度飽和によってNチャンネルMOSトランジスタの電流量を(100)面と同等にし、かつ著しい速度飽和の生じないPチャンネルMOSトランジスタの電流量を(100)面以上にして全体としての電流量を従来よりも多くできる。

なお、上記実施例では、シリコン基板の表面の結晶方位が(110)である場合について述べたが、これに限定されるものではない。例えば、(211)、(322)等でもよい。

(発明の効果)

以上詳述した如く本発明によれば、従来と比べ多くの電流量を得られる微細な相補型半導体装置を提供できる。

4. 図面の簡単な説明

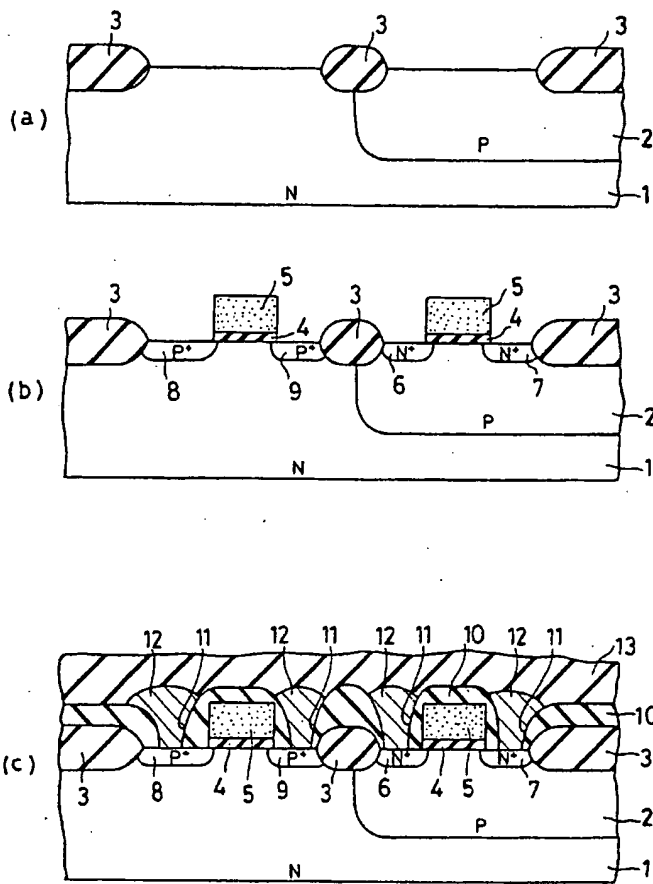
- 7 -

- 8 -

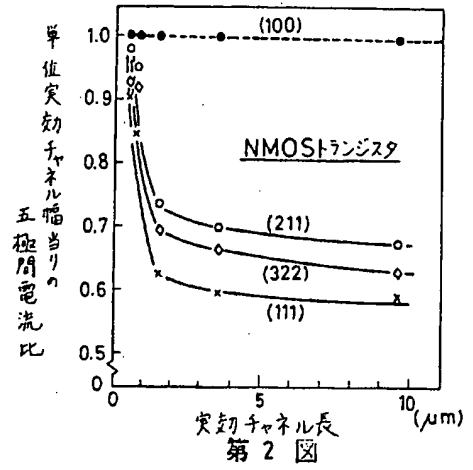
第1図(a)～(c)は本発明の一実施例に係るCMOSトランジスタを製造工程順に示す断面図、第2図は従来のNMOSトランジスタにおける単位実効チャンネル幅当りの五極電流比と実効チャンネル比との関係を示す特性図、第3図は従来のPMOSトランジスタにおける単位実効チャンネル幅当りの五極間電流比と実効チャンネル長との関係を示す特性図である。

1…N型の単結晶シリコン基板、2…Pウェル、3…フィールド酸化膜、4…ゲート酸化膜、5…ゲート電極、6、8…ソース領域、7、9…ドレイン領域、10…SiO<sub>2</sub>膜(窒素酸化膜)、11…コンタクトホール、12…Al配線、13…PSG膜(パッシベーション膜)。

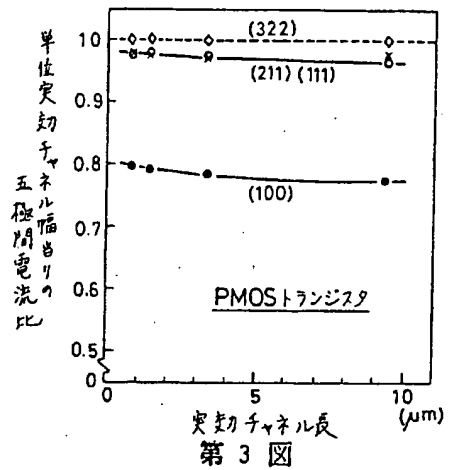
出願人代理人 弁理士 鈴江武彦



第 1 図



第 2 図



第 3 図